

GAIA

ÖKOLOGISCHE PERSPEKTIVEN FÜR
WISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT
ECOLOGICAL PERSPECTIVES FOR
SCIENCE AND SOCIETY

1 | 2006

NEU:
GAIA jetzt ISI-
Zeitschrift!



- **SCHWERPUNKT:** UMWELTFORSCHUNG
- NACHWACHSEND = NACHHALTIG?
- WIRKUNGSORIENTIERTE STEUERUNG

Das *Helmholtz-EOS-* Forschungsthema *Prozesse der Landoberfläche*

Stefan Dech,
Kurt P. Günther

Auf dem Planeten Erde herrscht zwischen Atmosphäre und Biosphäre ein reger Austausch. Details dieses Austauschs ergündet das Forschungsthema Prozesse der Landoberfläche des Forschungsnetzwerks Helmholtz-EOS (siehe GAIA 14/2 – 14/4).



**HELMHOLTZ
GEMEINSCHAFT**

Wer aktuelle und zukünftige Umweltbedingungen bewerten sowie natürliche Ressourcen nachhaltig managen will, muß lokale, regionale und globale Prozesse und Veränderungen auf der Landoberfläche erfassen und dokumentieren. Von besonderem Interesse sind dabei Ursache und Wirkung von natürlichen und anthropogenen Prozessen und deren vielfältige Wechselwirkungen. Für das Ziel, die natürlichen Ressourcen der Erde auch für künftige Generationen zu erhalten, benötigen wir wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse darüber, wie der Mensch die Natur- und Wirtschaftsräume der Landoberfläche umgestaltet. Darauf aufbauend können wir konkrete Handlungsempfehlungen geben, wie solche Eingriffe optimal zu steuern sind.

Im *Helmholtz-EOS-Forschungsthema Prozesse der Landoberfläche* werden objektive, flächenhafte, kontinuierlich und langfristig verfügbare Informations- und Analyseprodukte entwickelt. Auf der Basis von Erdbeobachtungs- und In-situ-Daten sowie Modellen können wir mit diesen Produk-

ten Prozesse, Zustand und Veränderungen auf der Landoberfläche integrativ beurteilen. *Prozesse der Landoberfläche* behandelt daher vor allem folgende Themenkomplexe:

- Desertifikation in semiariden Räumen,
- Kohlenstoffbilanzierung,
- urbane Räume sowie
- agrarische und forstliche Ökosysteme.

Diese vier Forschungsschwerpunkte stellen drängende Umweltprobleme dar, deren Verständnis und Management durch die Arbeiten des *EOS-Forschungsnetzwerks* sowie die Expertise der beteiligten Helmholtz-Zentren Alfred-Wegener-Institut (AWI), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und GeoForschungs-Zentrum Potsdam (GFZ) verbessert werden soll.

Forschungsumfeld

Für die Beurteilung unserer Umwelt mit Hilfe der synoptischen Erdbeobachtung werden bereits seit einigen Jahren Satelliten und Flugzeuge eingesetzt. Anfangs konnte die Landschaft eher qualitativ und visuell mit Hilfe von Satellitenbildern bewertet werden, gefolgt von der empirischen Auswertung der Daten. Aktuell steht die quantitative, operationelle Auswertung von kalibrierten Daten im Vordergrund. Bei dieser Methode werden Modelle, Assimilationstechniken und komplexe numerische Verfahren eingesetzt, um exakte und reproduzierbare Informationsprodukte ableiten zu können.

Desertifikation in semiariden Räumen

Etwa ein Drittel der Landfläche der Erde besteht aus ariden und semiariden Trockengebieten. Diese fragilen Ökosysteme sind wichtig für die landwirtschaftliche Produktion. Sie geraten jedoch wegen veränderter Klimabedingungen und nicht nachhaltiger Nutzung – beispielsweise durch Überweidung und Ausweitung der bewässerten Fläche – zunehmend unter Druck. Die Fernerkundung kann zum Schutz dieser Ökosysteme beitragen, indem sie Veränderungen großräumig und regelmäßig erfaßt und die lokalen Entscheidungsträger(innen) frühzeitig über Grad und Ausmaß der Gefährdung informiert.

Für die Beobachtung von Trockengebieten im Mittelmeerraum, im nördlichen Afrika sowie in Namibia soll ab Mitte 2006 der neue Hyperspektralsensor *ARES* verstärkt zum Einsatz kommen. Die *ARES*-Daten werden zur Entwicklung neuer Informationsprodukte herangezogen. Vorher werden im Rahmen von *Helmholtz-EOS* bereits neue Methoden zur Informationsaufbereitung entwickelt und automatisiert. Auf dieser Grundlage werden wir Indikatoren für die Desertifikation in Raum und Zeit bilden und die zeitliche Entwicklung der Desertifikation quantifizieren.

Kohlenstoffbilanzierung

Um die terrestrischen Kohlenstoffquellen und -senken (wie CO_2 oder CH_4) quantifizieren zu können, ist der Aufbau eines Expertensystems notwendig, das eine jährliche Bilanz der Kohlenstoffflüsse – wie im

Kontakt Autoren: Prof. Dr. Stefan Dech |
E-Mail: stefan.dech@dlr.de

Dr. Kurt P. Günther | E-Mail: kurt.guenther@dlr.de
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt |
Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DFD)

Kontakt HGF: Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher
Forschungszentren | Ahrstr. 45 | D-53175 Bonn |
Tel.: +49/228/308 18-0 | Fax: +49/228/308 18-30 |
E-Mail: geschaeftsstelle@helmholtz.de |
www.helmholtz.de

BOX:

Forschungskooperationen des DLR

Seit Jahren kooperieren DLR-Institute und verschiedene Institute des Helmholtz-Forschungsbereichs *Erde und Umwelt*. So betreibt etwa das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des DLR das Nutzlastbodensegment für die geodätischen Missionen *CHAMP* und *GRACE* in enger Zusammenarbeit mit dem GFZ Potsdam. Das DFD und das DLR-Institut für Methodik der Fernerkundung (IMF) nehmen darüber hinaus eine übergeordnete Rolle bei der europäischen *ENVISAT*-Mission für die Erdbeobachtung in der Helmholtz-Gemeinschaft ein (Deutsches Prozessierungs- und Archivierungszentrum, *D-PAC*). Im Rahmen dieser Missionen wurde bereits eine enge fachliche Kooperation mit weiteren Helmholtz-Einrichtungen des Forschungsbereichs *Erde und Umwelt* etabliert. Eine weitere wichtige Komponente der Zusammenarbeit bildet die Beschaffung und gemeinsame Nutzung des flugzeuggetragenen, abbildenden Spektrometers *Airborne Reflective Emissive Spectrometer* (*ARES*), der ab Mitte 2006 als regionale bis lokale Informationsquelle und methodisches Forschungsgrößgerät für die Entwicklung quantitativer Fernerkundungsprodukte eingesetzt wird (Abbildung 1).

ABBILDUNG 1: Hyperspektralsensor *ARES*, der ab Mitte 2006 im Rahmen des *Helmholtz-EOS*-Forschungsthemas *Prozesse der Landoberfläche* eingesetzt wird.



© Andreas Müller/DFD

Kyoto-Protokoll vorgesehen – ermöglicht. Ein solches Expertensystem besteht unter anderem aus einem komplexen Modell zur Beschreibung der CO_2 -Aufnahme (Photosynthese) und -Abgabe (Respiration) durch die Vegetation und den Boden. Diese Modelle umfassen neben den biophysikalischen Prozessen in Boden und Vegetation auch den gesamten Wasser- und Strahlungshaushalt. Hierfür werden sowohl meteorologische Daten als auch Daten zur Beschreibung der Vegetation benötigt. Satellitengestützte Fernerkundungsinformationen stellt das Forschungsteam *Kohlenstoffbilanzierung* bereit, um die gekoppelten dynamischen Vegetations- und Atmosphärenmodelle zu betreiben. Damit können die Nettoprimärproduktion (NPP) der terrestrischen Vegetation sowie die Nettoökosystemproduktion (NEP) berechnet werden.

Die Abgabe von Methan in die Atmosphäre spielt für die globale Erwärmung eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Auftauende Permafrostböden, Feuchtgebiete, landwirtschaftliche Flächen, aber auch die natürliche Vegetation können erhebliche Mengen an Methan freisetzen. Um Kohlenstoffflüsse realistisch bilanzieren zu können, soll in Zukunft ein Emissionskataster kohlenstoffhaltiger Substanzen – wie Methan – aus landwirtschaftlichen Flächen oder der Viehzucht in das Expertensystem integriert werden. Zudem wird *Helmholtz-EOS* Methanemissionen aus Feuchtgebieten modellieren.

Aufgrund der hohen räumlichen und zeitlichen Variabilität der terrestrischen Photosynthese, der mikrobiellen Aktivität von Bodenorganismen und der meteorologischen Parameter müssen die in das Expertensystem eingehenden Daten flächhaft und mit ausreichender räumlicher und zeitlicher Auflösung erfasst werden. Hierfür geeignet sind Fernerkundungsdaten von polar umlaufenden Satelliten mit einer Wiederholrate von einigen Tagen (*Landsat*, *IRS*, *SPOT*, *MERIS* oder *MODIS*). Aber auch Daten geostationärer Satelliten wie des *Meteosat Second Generation* (*MSG*) sollen im Forschungsthema *Prozesse der Landoberfläche* genutzt werden.

Treibhausgase aus tiefen thermogenen und biogenen Quellen (Tiefe Biosphäre) stellen einen bedeutenden Teil des Kohlenstoffzyklus in terrestrischen Systemen dar. Dies gilt insbesondere für die Polarregionen der Erde. In der Tiefe Biosphäre wird Methan sowohl generiert als auch zu Kohlendioxid oxidiert. Damit kann die Tiefe Biosphäre gleichzeitig Methanquelle und -senke sein. Moderne Beckenmodellierungstechniken des GFZ sollen benutzt werden, um die Quellen, Transport- und Einlagerungssysteme von Treibhausgasen unterhalb der Erdoberfläche von der geologischen Vergangenheit bis heute zu un-

tersuchen. Dieses Zeitintervall ist notwendig, um alle quantitativ signifikanten Prozesse des Kohlenstoffzyklus zu erfassen. Die Abdichtungsmerkmale von Permafrostböden gegenüber einer sich darunter befindenden Gasquelle und die Zersetzung von Gashydraten werden ebenfalls untersucht. Mit Hilfe von Kalibrierungsdaten aus In-situ-Messungen (Abbildung 2) und aus Fernerkundungsmessungen sollen sporadische gegenüber kontinuierlichen Gasströmen modelliert werden. Spezifische organische Moleküle – sogenannte *life marker* wie etwa Phospholipide – werden verwendet, um mikrobielle Ökosysteme der Tiefen Biosphäre zu beschreiben.

>

ABBILDUNG 2: Meßturm zur Erfassung der Kohlenstoffflüsse auf der Insel Samoylov im Lena-Delta, einem Testgebiet von *Helmholtz-EOS*.



© Torsten Sachs/AWI

Urbane Räume

Agglomerationsräume sind künstliche „Landschaften“, die von der Nutzung durch den Menschen geprägt sind. Dort wächst die Bevölkerungszahl in der Regel überdurchschnittlich schnell. In den Entwicklungs- und Schwellenländern nimmt das Wachstum von Städten, insbesondere von „Megastädten“, zum Teil dramatische Ausmaße an. Die wichtigsten Aufgaben der Stadtplanung bestehen daher im Schutz, der Pflege sowie der Entwicklung von Natur und Landschaft im Siedlungsbereich.

Hierfür werden im Forschungsthema *Prozesse der Landoberfläche* die Faktoren, die für eine massive Veränderung von urbanen Lebensräumen entscheidend sind, identifiziert und analysiert. Die räumliche und zeitliche Veränderung der Siedlungsflächen und urbaner Strukturen werden mit Fernerkundungsmethoden erfaßt und automatisiert. Räumlich hoch auflösende Sensoren (optisch, SAR) werden hier zum Einsatz kommen. Dazu gehören die optischen Satellitensysteme *Ikonos* (Abbildung 3) und *Quickbird*, das flugzeuggetragene DLR-Radarsystem *E-SAR* sowie *ASAR* auf *ENVISAT* und ab Mitte 2006 Daten der

deutschen Mission *TerraSAR-X*. Ebenso werden Strategien zur Erstellung und Aktualisierung von Stadtbiotopkartierungen entwickelt, die vorrangig auf hyperspektralen Flugzeugdaten (*ARES*) basieren.

Management agrarischer und forstlicher Ökosysteme

Mit der Unterzeichnung der *Biodiversitätskonvention* und der Umsetzung der *Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie* der EU hat Deutschland wesentliche Schritte auf dem Weg zu einer nachhaltigeren Nutzung der erneuerbaren natürlichen Ressourcen sowie zum Schutz einzigartiger Naturgüter – wie der agrarischen und forstlichen Ökosysteme – unternommen.

Weitere internationale Initiativen in diesem Zusammenhang sind:

- die Einrichtung von Biosphärenreservaten im Rahmen des UNESCO-Programms *Man and Biosphere (MAB)*,
- die Benennung von Feuchtgebieten Internationaler Bedeutung (FIB) gemäß der Ramsar-Konvention sowie
- die Ausweisung von Nationalparks (Kategorie 2 gemäß den *IUCN*-Kriterien) und Biotopverbünden (*Econet*).

Im Rahmen dieser und anderer Vereinbarungen ist die Bundesrepublik Verpflichtungen eingegangen, deren Einhaltung nachgewiesen werden muß. Um dieser Berichtspflicht nachzukommen, werden derzeit nationale Zielvorstellungen in Form von sogenannten Umweltqualitätszielen (durch das Umweltbundesamt) und Naturschutzqualitätszielen (durch das Bundesamt für Naturschutz) formuliert. Für die jeweiligen Ziele werden konkrete Maßnahmen formuliert, um einen nachhaltigen Ressourcenschutz zu gewährleisten. Neben restriktiven Richtlinien (etwa Grenzwerte für Stoffeinträge) sollen vor allem wissenschaftliche und gesellschaftliche Zielvorstellungen entwickelt und umgesetzt werden, die sich in der Landschaftsplanung widerspiegeln. Ob diese Maßnahmen umgesetzt und die Ziele erreicht werden, muß dauerhaft kontrolliert und dokumentiert werden.

Land- und Forstwirtschaft gehören bei der anthropogenen Nutzung naturräumlicher Ressourcen zu den wichtigsten gestalterischen und prägenden Kräften. Ihnen kommt eine besonders hohe Verantwortung bei der nachhaltigen Entwicklung der Landschaft zu. Daher wird intensiv nach Möglichkeiten und Verfahren gesucht, geeignete und flächendeckende Daten zur Beschreibung des Zustandes dieser Ökosysteme zu erhalten. Dies erfordert eine objektive, zeitnahe und stets aktualisierbare Informationsquelle. Diese Informationen können sich aus Kostengründen nicht ausschließlich aus Felderhebungen und Kartierungen speisen, sondern müssen zusätzlich durch operative Fernerkundungssysteme unterstützt werden.

Daher ist der Nachweis der nachhaltigen Nutzung erneuerbarer natürlicher Ressourcen und des Schutzes einzigartiger Naturgüter im Rahmen europäischer und internationaler Vereinbarungen ein Forschungsziel des Forschungsthemas *Prozesse der Landoberfläche*.

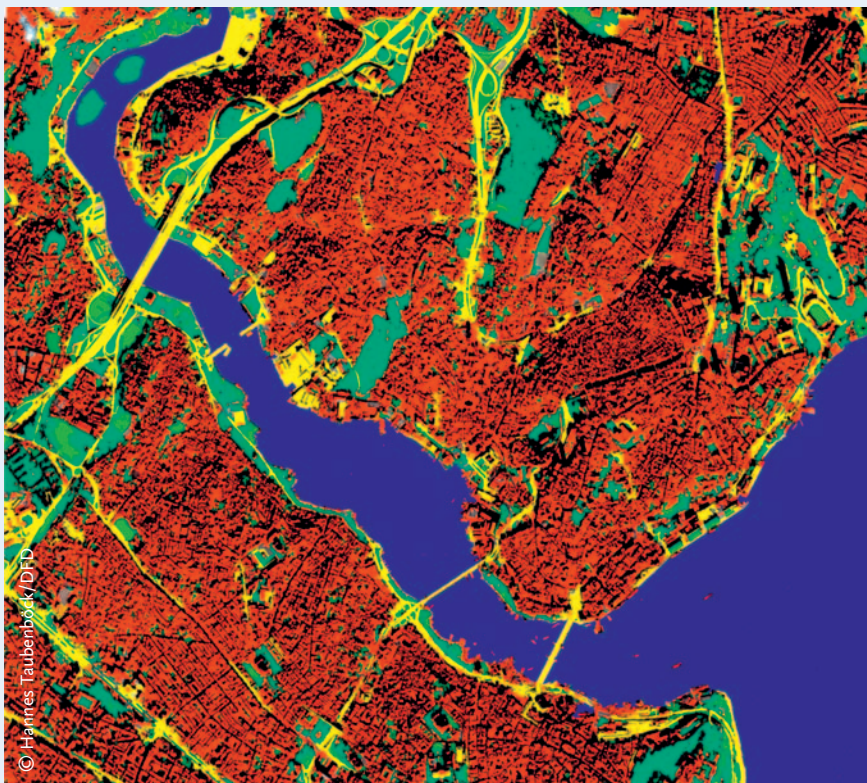


ABBILDUNG 3: Klassifikation der Landoberfläche Istanbuls, basierend auf *Ikonos*-Daten vom 20. Dezember 2003.

■ Wasser ■ Bäume ■ Bebauung
■ Schatten ■ Gras ■ Straßen